

**A talaj nedvesség- és nitrogén-
ellátottságának hatása a zab N-felvételére
stabil ^{15}N izotóppal jelzett műtrágyákból**

DEBRECZENI BÉLA

*Agrártudományi Egyetem,
Mezőgazdasági Kémiai Tanszék, Gödöllő*

A növények nitrogéntáplálkozásában fő N-forrásként, a talaj szerves anyagaiból vagy szerves trágyából mineralizálódó szervetlen nitrogén vegyületek és a műtrágyák szolgálnak. A nitrogén biológiai körforgalmának, vagy szűkebben véve a növény és a talaj közötti kapcsolatának ismerete és szabályozása fontos gyakorlati N-tápanyag-utánpótlási, valamint a fehérjeképződés ismeretén keresztül élelmezésügyi, illetve takarmányozási kérdések megoldását segíti elő. PETERBURGSZKIJ [5], SZMIRNOV [7], KUNDLER [3] mások [2, 6, 8] irodalmi tanulmányaik és kutatásaik alapján megállapítják, hogy csak a stabil ^{15}N izotóp felhasználása óta van lehetőség többé-kevésbé pontos adatokhoz jutni a N körforgalmára vonatkozóan. Ennek segítségével tovább pontosították a korábbi elképzeléseket és egy sor új adatot nyertek, például a N-műtrágyák talajban történő átalakulásának törvényszerűségeiről. E módszerrel állapították meg, hogy a N-műtrágya hatóanyag kihasználási együtthatója mintegy 10–20%-kal alacsonyabb, mint a „különbség” módszerrel számítottak, vagyis tenyészedény kísérleti viszonyok között mintegy 60–80% helyett, 40–60% a talaj típusától, ill. nitrogén-ellátottságától függően. Ezzel egyidejűleg megállapították, hogy jelentősebb mennyiségű nitrogén kötődik meg a talajban nehezen felvehető formában és nagyobb a nitrogénveszteség is az eddig számítottnál. Ily módon meghatározva a növények által felvett N-mennyiséget és arányát aszerint, hogy mennyi származott a talajból és mennyi a műtrágyából, olyan gyakorlati eljárások kidolgozásához segíti az agrokémikusokat, ami által növelhető a N-műtrágyák hatékonysága és hasznosulása és egyidejűleg csökkenthető a veszteség aránya.

A szakirodalom ismeretében egyrészt rá kell mutatni arra, hogy abban alig található a talajnedvesség és műtrágya hasznosulás összefüggéseit tanulmányozó munka, másrészt, hogy még ma is összehasonlíthatatlanul kevesebb beszámoló foglalkozik ^{15}N stabilis izotópindikációval végzett növénytaplálkozási – trágyázási kísérletekkel, mint ugyanilyen kísérletekben a radioaktív indikációval. Ez elsősorban a stabilis izotópösszetétel elemzésének nehézségeivel magyarázható (VARGA [9]).

Hazai stabil nitrogénes agrokémiai kutatásaink során LATKOVICSNÉ, VARGA és MÁTÉ [4, 10] ^{15}N indikációval tenyészedény és szabadföldi kísérleteket végeztek, amiből többek között megállapították — más szerzőkhöz

hasonlóan [3, 7] —, hogy az utóbbi módszerrel nyert hasznosulási érték és a növénybe került műtrágyából eredő hányad kisebb, mint az előbbi módszerrel kapott. A mikroparcellák felső talajrétegeiben kimutatott és a növény (őszi búza és tavaszi árpa) által kivont műtrágyából eredő N összes mennyisége még a legjobb hasznosulást mutató ammónium-szulfátos kezelésben is csak az alkalmazott N hatóanyag felét tette ki [4, 10].

Anyag és módszer

Kísérleteink fő célja annak megállapítása volt, hogy hogyan befolyásolja a talaj típusa — elsősorban nitrogén ellátottsága és nedvességtartalma a növények nitrogénfelvételét és ezen belül a különböző N-műtrágyák ($^{15}\text{NH}_4$, $^{15}\text{NO}_3$, $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$, $(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (több szinten alkalmazva) hatóanyagainak dinamikus beépülését a növények testébe (különböző szerveibe), amiből fontos elméleti és gyakorlati jelentőségű következtetések vonhatók le.

E cél érdekében számos tenyészedény-kísérletet végeztünk, megvizsgálva a növényminták nitrogéntartalmát és N-izotóp összetételét. A mintában jelenlevő $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ izotóp arányát meghatároztuk és így módon lehetővé vált a kísérlet kvantitatív kiértékelése.

Kutatásaink első lépéseként műszeres analitikai méréseket végeztünk és egyidejűleg a növényminták előkészítési eljárásait ellenőriztük és módosítottuk (HELTAI, KÁLLAI és DEBRECZENI [2]). Ezt követően, meggyőződve az általunk használt műszer (Statron, NDK gyártmányú NOI—4 típusú ^{15}N analízátor) pontosságáról és a legmegfelelőbb mintaelőkészítési eljárás megbízhatóságáról, végeztük el tenyészedény-kísérleteink növénymintáinak izotópanalízisét, kénsavas roncsolását és N-desztillációját.

Jelen kísérleteinkben a minták össznitrogén-tartalmát a szokásos rutin módszer szerint (Kjeldahl-feltárás és Parnass—Wagner készülékben történő desztilláció után titrimetriásan) határoztuk meg, ugyanakkor a jelzett N-t tartalmazó növényi minták $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ arányát az ún. direkt réz-oxidos módszerrel (a mintaanyag előzetes kezelés nélküli közvetlen CuO-os oxidációjával), mely gyorsabb és megbízhatóbb adatokat szolgáltat a FAUST-féle indirekt eljárásnál.

Tenyészedény-kísérletek módszere

Tenyészedény-kísérleteink szerves része volt annak a kísérletsorozatnak, amiben a tápanyag- és vízellátás összefüggéseinek agrokémiai vonatkozásait tanulmányoztuk. Olyan kérdéseket vizsgáltunk, mint a növények tápanyagfelvételének dinamikája vagyis ásványi táplálkozása és ennek alapján a termék kivont tápanyagtartalom, valamint a műtrágyák hasznosulásának meghatározása a talaj típusától és nedvességtartalmától függően. Jelen tanulmányunkban csak a növények nitrogén-táplálkozásával foglalkozunk eddig nem közölt azon kísérletek alapján, ahol stabil ^{15}N -nel jelzett műtrágyákat is alkalmaztunk.

A kísérletek 1970–71 és 72. években széles, jól szellőző fóliasátor alatt voltak beállítva. A zárt aljú zománczott vagy műanyag edényekbe 5,5–6,5 kg száraz talajt töltöttünk, melybe előzetesen belekevertük a kezeléseknek megfelelő műtrágyaadagokat. A szuperfoszfátot és a 40%-os kálisót por alakban, a nitrogénműtrágyákat oldatban használtuk. A talajnedvesség hatását két fokozatban vizsgáltuk, mégpedig a talaj max. vízkapacitásának (VK

max.) 40 és 70 %-án, melyet naponkénti súlyméréssel, illetve alulról (csövön át) és felülről való öntözéssel biztosítottunk.

A felhasznált jelzett műtrágyák ^{15}N dúsítási aránya 10–12 atom % volt. Minden kísérletben a jelzett N-műtrágyákat kezelésként is azonos dúsításban használtuk. A dúsítás beállítását, esetenként megfelelő N-műtrágyával — hígítással eljárással végeztük.

A kísérletekben használt két talajtípus főbb agrokémiai tulajdonságainak adatai (1. táblázat) jól mutatják az eltéréseket a talaj és N-műtrágyák kölcsönhatása szempontjából fontos olyan jellemzőkben, mint adszorpciós kapacitás, az összes-N tartalom, valamint a mechanikai összetételre is utaló kötöttségi szám.

1. táblázat

A talajok agrokémiai tulajdonságai

(1) Talajtípus	pH (H_2O)	(2) S-érték mg $\text{eq}/100\text{ g}$	(3) Humusz %	(4) Összes N%	(5) AL-oldható mg %		(6) Kötöttségi szám
					P_2O_5	K_2O	
a) Szolonyeces réti talaj (Szarvas)	8,0	36,9	2,18	0,21	12,5	34,5	56
b) Rozsdabarna erdőtalaj (Gödöllő)	7,3	11,3	1,42	0,11	8,0	12,0	38

Tenyészedény-kísérletek csoportosítása:

I. Nitrogénműtrágyák hatás és utóhatás vizsgálata szolonyeces réti talajon zab jelzőnövénnyel (1971 és 1972).

Műtrágyázási kezelések az első évben:

1. PK (0,5 g P_2O_5 szuperfoszfát és 0,5 g K_2O 40 %-os kálisó/edény) kontroll
2. PK + $\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2$ 0,25 g N/edény
3. PK + $\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2$ 0,50 g N/edény
4. PK + $\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2$ 0,70 g N/edény
5. PK + $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ 0,50 g N/edény (mindkét csoport jelzett)
6. PK + $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ 0,75 g N/edény
7. PK + $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ 0,50 g N/edény (ammóniumcsoport jelzett)

A másodévi hatás, vagyis az utóhatás kísérletben az alapkezeléseket változatlanul hagytuk és tavasszal az edényekbe újra zabot vetettünk és öntöztük. A növények igen gyenge fejlődése miatt minimális N adaggal (250 mg N) minden edényt (a kontrollt karbamid oldattal) a kezeléseknek megfelelően karbamid, ill. ammónium-nitrát oldattal (május 11-én, szárbainduláskor) fejtrágyáztunk. Ennek hatására a növények normális növekedésnek indultak és ezáltal az esetleges N-műtrágya utóhatás is jobban mérhetővé vált.

II. Nitrogénműtrágyák hatása különböző talajtípusokon zab jelzőnövénnyel (1972).

1. Szolonyeces réti talajon,
2. Rozsdabarna erdőtalajon,

- Kezelések: 1. Trágyázatlan kontroll
 2. PK-kontroll (0,5 g P_2O_5 , 0,5 g K_2O /edény)
 3. PK + $CO(^{15}NH_2)_2$ 0,25 g N/edény
 4. PK + $CO(^{15}NH_2)_2$ 0,50 g N/edény
 5. PK + $CO(^{15}NH_2)_2$ 0,75 g N/edény
 6. PK + $^{15}NH_4^{15}NO_3$ 0,25 g N/edény
 7. PK + $^{15}NH_4^{15}NO_3$ 0,50 g N/edény
 8. PK + $^{15}NH_4^{15}NO_3$ 0,75 g N/edény

A kísérleti eredmények ismertetése és értékelése

A két kísérletsorozat közös vonása, hogy mindkettőben a karbamid és az ammónium-nitrát hatását és hasznosulását hasonlíthatjuk össze egy jó, illetve egy jó és egy gyenge nitrogénellátottságú és vízellátottságú talajon. Másszóval a talaj természetes N-ellátottságának és mesterségesen befolyásolt vízellátásának a szerepét tanulmányozhatjuk a növények nitrogéntáplálkozására. Egyidejűleg az I. kísérletben lehetőség van optimális N szinten — az 5. és 7. kezelések összehasonlítása alapján — tanulmányozni az ammónium-nitrát különböző csoportjainak felvételét és megoszlását a növényben. Ezért célszerűnek látszik a két sorozat itt bemutatandó eredményeinek külön-külön való ismertetése és értékelése.

2. táblázat

N-műtrágyázás hatása és utóhatása a zab összes szárazanyag-súlyára, g/edény (szolonyeces réti talajon)

(1) Kísérlet éve	PK (kontroll)	$CO(^{15}NH_2)_2-N$			$^{15}NH_4^{15}NO_3-N$		$^{15}NH_4NO_3$
		0,25	0,50	0,70	0,50	0,75	0,50
		g/edény					
A) <i>A max. VK 40%-án</i>							
a) N-műtrágyahatás	10,7	16,3	25,4	30,0	24,9	25,5	23,7
b) Többlet	—	5,6	14,7	19,3	14,2	14,8	13,0
c) 1972. N-utóhatás	24,5	27,2	29,3	32,8	29,8	33,2	30,7
d) Különbség	—	2,7	4,8	8,3	5,3	8,7	6,2
B) Két év összege	35,2	43,5	54,7	62,8	54,7	58,7	54,4
b) Többlet	—	8,3	19,5	27,6	19,5	23,5	19,2
C) <i>A max. VK 70%-án</i>							
a) 1971. N-műtrágyahatás	13,7	25,1	35,1	45,4	36,5	49,4	36,3
b) Többlet	—	11,4	21,4	31,7	22,8	35,7	22,6
c) 1972. N-utóhatás	37,4	31,9	34,9	40,0	39,6	40,7	39,6
d) Különbség	—	-5,5	-2,5	+2,6	+2,2	+2,3	+2,2
B) Két év összege	51,1	57,0	70,0	85,4	76,1	90,1	75,9
b) Többlet	—	5,9	18,9	34,3	25,0	39,0	24,8
D) Különbség 70–40% között							
g/edény	15,9	13,5	15,3	22,6	21,4	31,4	21,5
%-ban	45,4	31,2	28,2	34,6	39,1	53,6	39,2

Minden kísérletben dinamikus (bokrosodás, kalászás, teljes érés) száraz anyag és nitrogén felhalmozódást vizsgáltunk, de az eredményeket csak a kísérlet egészére vonatkozóan összegezve közlöm. A növények relatív N-tartalmát sem ismertetem, de a hasznosulási adatok jobb megértése miatt röviden érinteni szeretném.

Megfigyelhettük, hogy mindkét nitrogénműtrágya adagjának emelésével szinte törvényszerűen emelkedett a kísérleti növény relatív N-tartalma is. Kisebb talajnedvességnél (a max. VK 40%-án) ez a különbség az $N_3 - N_1$ adag között lényegesen nagyobb mértékű, mint optimális vízellátásnál. Ennek az lehet a magyarázata, hogy a kedvezőbb nedvességellátásnál az intenzívebb anyagsere-folyamatok következtében a növények N-mentes vegyületei aránytalanul nagyobb mértékben képződnek a N-tartalmú szerves anyagokkal szemben. A növények vegetatív és generatív részeinek N %-a a kétféle vízellátás között egyaránt ezt a különbséget mutatta — más kísérleteinkhez hasonlóan — vagyis, hogy szárazabb körülmények között a növények sejtjeinek N-tartalma koncentráltabb, mint optimális vízellátásnál.

3. táblázat

Nitrogén-műtrágyázás hatása és utóhatása, valamint a N hasznosulása szolonyeces réti talajon (40% és 70%-os VK-nál)

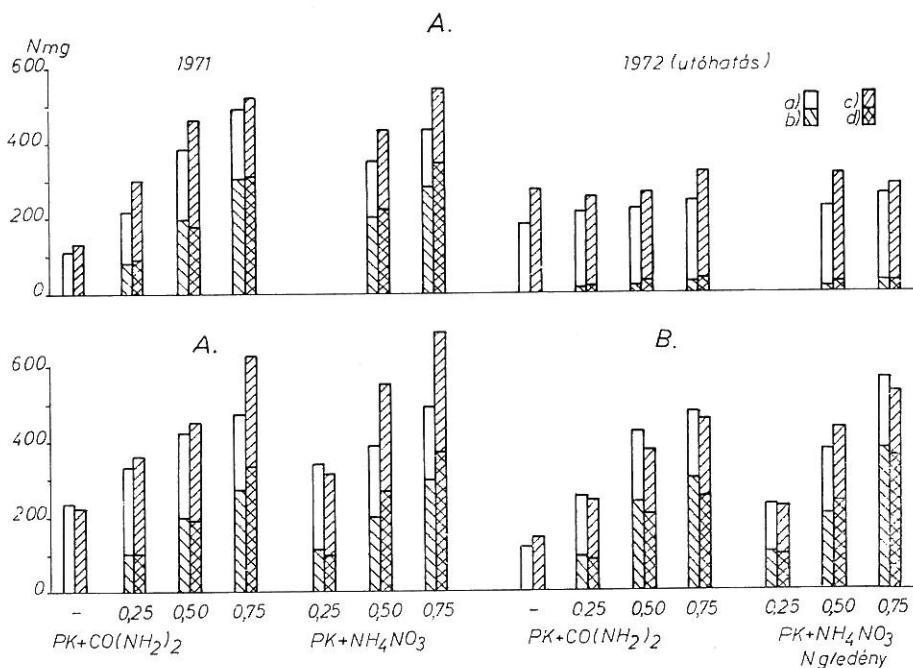
(1) Kezelések	(2) Műtrágya hatása %-ban		(3) Műtrágya-N hasznosulási %-a			
			(4) ^{15}N -ből számítva		(5) Különbégből számítva	
	40%	70%	40%	70%	40%	70%
A) Első évben (1971)						
$\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2 - N_{0,25}$	52,5	83,3	31,0	34,3	42,8	68,3
$\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2 - N_{0,50}$	137,2	156,0	39,3	34,2	54,6	67,4
$\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2 - N_{0,70}$	180,4	232,0	44,7	44,1	55,2	56,8
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3 - N_{0,50}$	133,0	167,0	39,3	43,0	48,2	62,5
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3 - N_{0,75}$	138,6	261,0	38,5	46,8	44,0	56,4
$^{15}\text{NH}_4 \text{ NO}_3 - N_{0,50}$	122,0	165,2	31,0	31,1	49,2	52,3
B) Második évben (1972)						
utóhatás						
$\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2 - N_{0,25}$	10,8	-15,0	3,3	5,5	11,6	-7,5
$\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2 - N_{0,50}$	19,4	-6,3	3,8	5,4	8,2	-1,3
$\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2 - N_{0,70}$	33,8	7,0	4,0	5,4	8,3	6,6
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3 - N_{0,50}$	21,6	5,8	3,2	5,0	8,8	9,2
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3 - N_{0,75}$	35,5	8,8	4,0	3,8	10,8	3,7
$^{15}\text{NH}_4 \text{ NO}_3 - N_{0,50}$	25,1	5,8	4,6	6,1	10,0	5,0
C) Két év együtt						
$\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2 - N_{0,25}$	23,5	11,5	34,8	40,3	54,4	60,8
$\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2 - N_{0,50}$	55,4	37,2	43,6	40,0	62,8	66,1
$\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2 - N_{0,70}$	78,5	67,5	48,0	49,7	63,4	63,5
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3 - N_{0,50}$	55,4	49,0	43,7	49,0	57,0	71,7
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3 - N_{0,75}$	66,8	76,6	41,8	49,8	54,8	60,1
$^{15}\text{NH}_4 \text{ NO}_3 - N_{0,50}$	55,0	48,7	36,5	38,1	59,3	57,3

I. Nitrogénműtrágyák hatásának, utóhatásának és hasznosulásának vizsgálata

A szolonyeces réti talajon végzett zab tenyészedény-kísérletek termésadatait a 2., a relatív műtrágyahatás és hasznosulás eredményeit a 3. táblázatban ismertetem.

A szárazanyag-súly adatai szerint azonos N-szinten, a karbamid és ammónium-nitrát közel azonos termésthöbbséget mutat. A növekvő műtrágya adag mindkét vízellátási szinten az első évben, ill. a két év összegében közel egyformán mutat abszolút és relatív termésthöbbséget. A két tényező közötti kölcsönhatás a közepes és nagy adagnál mintegy 10%-os többlet súlyban mérhető. Nitrogénműtrágya utóhatás csak kisebb talajnedvesség és nagyobb N-ellátás esetén figyelhető meg, az optimális vízellátás már nem biztosított műtrágya utóhatást, mivel az előző év termése azt már hasznosította, ill. a visszamaradt műtrágya nitrogén a talajban nagyobb mértékben épült be a szerves vegyületekbe.

A műtrágya nitrogén első évi relatív hasznosulása ^{15}N -ből számítva mindkét műtrágyánál és talajnedvességnél csak 31–46% között ingadozik, ami lényegesen kisebb az általában ismert 70–80%-os értéknél. Fontos megállapítani, hogy az optimális vízellátás alig növelte a hasznosulási %-okat.



1. ábra

A zab által kivont összes N és a műtrágyából eredő ^{15}N mennyisége, N mg/edény (a 40 és 70%-os vízkapacitásnál). A) Szolonyeces réti talaj. B) Rozsdabarna erdőtalaj. 40%-os vízkapacitásnál: a) talajból, b) műtrágyából felvett N. 70%-os vízkapacitásnál: c) talajból, d) műtrágyából felvett N. Vízszintes tengely: kezelések, N g/edény. Függőleges tengely: kivont mennyiség, N mg/edény

A kétféle számítási mód közötti különbség rámutat a N-mérlegből való számítás hibájára, vagyis arra, hogy e módszer a műtrágyából származónak tekinti a felvett nitrogénnek még mintegy 10–20%-át. Ugyanakkor ez a mennyiség a valóságban a talajból származik, amelyet a N-műtrágyázás mobilizált. Jó vízellátásnál ez a különbség minden kezelésben nagyobb, mint a szűkösebb vízellátásnál. A műtrágya nitrogén másodévi relatív nitrogén hasznosulása jelzett ^{15}N -ből számítva, mintegy tizedrésze az első évi hasznosulásnak. A 70%-os VK-on nevelt növények e módszer szerint valamivel nagyobb mértékben hasznosították a műtrágya nitrogént. A különbség-módszer ez évben is nagyobb értékeket mutat, de jobban igazodik a relatív műtrágya hatáshoz, hiszen ahol nem volt műtrágyahatás (sőt depresszió volt), ott a hasznosulás is negatív előjelű. A két év együttes hasznosulási adatai azt mutatják, hogy a műtrágya nitrogénnek több mint 50%-a a talajban maradt. Ennek sorsa egyelőre nem tisztázott. A későbbiekben folytatjuk a talaj nitrogénvegyületeinek vizsgálatát, hogy tájékozódjunk a nitrogén-veszteség nagyságrendjéről, ill. a még később hidrolizálódó és felvehető műtrágyából származó nitrogén arányáról.

A zab által kivont összes nitrogén, illetve a műtrágyából és talajból eredő mennyiségeket az 1. ábra mutatja. A műtrágyák adagjainak növelésével az első évben minden esetben megnövekedett a műtrágyából származó mennyiség és vele arányosan csökkent a talajból eredő hányad. Kis adagnál kevesebb,

4. táblázat

A növény által műtrágyából felvett N, mg/edény

(1) Évek	(2) A max. VK 40%-a			
	$\text{CO}^{(15}\text{NH}_2)_2$ (3. kez.)	NH_4NO_3		
		$^{15}\text{NH}_4\ ^{15}\text{NO}_3$ (5. kez.)	$^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ $\text{NH}_4\text{—N}$ (7. kez.)	Különbség $\text{NO}_3\text{—N}$
1971	199	202	159	43
1972	19	16	23	—
(A) Összes	218	218	182	36
Index	100	100	83	17

(1) Évek	(3) A max. VK 70%-a			
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (3. kez.)	NH_4NO_3		
		$^{15}\text{NH}_4\ ^{15}\text{NO}_3$ (5. kez.)	$^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ $\text{NH}_4\text{—N}$ (7. kez.)	Különbség $\text{NO}_3\text{—N}$
1971	173	221	160	61
1972	27	25	30	—
A) Összes	200	246	190	56
Index	81	100	77	23

nagy adagnál több a műtrágyából származó mennyiség és közepes szintnél közel fele–fele (47–52%) arányú a megoszlás. Az ábra felső részén található számadatok mutatják az első- és második év közötti jelentős különbséget a növény által műtrágyából felvett N mennyiségében. A kísérlet értékelésekor érdemes rámutatni arra is, hogy az ammónium-nitrát nitrogén csoportjai nem azonos mennyiségben oszlanak meg a növényben. Erre utalnak a következő adatok, ahol azonos hatóanyagszinten az 5-ös és 7-es kezelések összehasonlításából kiszámítható a növénybe került összes N-nek ammóniából, ill. nitrátból származó mennyisége, ill. aránya (4. táblázat).

A 4. táblázat adatai szerint a zab az ammónia-nitrogént lényegesen nagyobb mennyiségben vette fel mint a nitrát-nitrogént. A talaj optimális nedvességszintje némileg növelte a $\text{NO}_3\text{—N}$ felvételét. A karbamidból származó nitrogén kisebb vízellátásnál azonos, jó vízellátásnál mintegy 20%-kal kisebb mértékű volt az ammónium-nitrátnál.

5. táblázat

A nitrogén-műtrágyázás hatása a talaj N-ellátottságától függően, 1972
(a zab összes szárazanyag-súlya, g/edény)

(1) Talajtípus	Kontroll ø	PK	CO(¹⁵ NH ₂) ₂ —N			¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ —N		
			0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
			g/edény					
A) Szolonyeces réttalaj								
(0,21% össz- N tartalom)								
a) a max. VK 40%-a	21,1	21,5	29,8	28,3	30,4	27,9	29,4	30,3
b) Többlet	—	—	8,3	6,8	8,9	6,4	7,9	8,8
c) VK 70%-a	23,4	23,5	36,1	42,9	51,2	32,4	46,3	49,5
b) Többlet	—	—	12,6	18,4	27,7	8,9	22,8	26,0
d) VK 70—40%								
g/edény	2,3	2,0	6,3	16,6	20,8	4,5	16,9	19,2
%-ban	10,8	9,2	21,0	51,8	68,3	16,0	57,6	63,5
B) Rozsdabarna erdőtalaj								
(0,11% össz- N tartalom)								
a) max. VK 40%-a	14,4	16,4	33,9	39,9	39,0	30,7	36,3	33,7
b) Többlet	—	—	17,5	23,5	22,6	14,3	19,7	17,3
c) VK 70%-a	13,4	16,5	33,0	46,2	49,0	33,6	48,0	47,4
b) Többlet	—	—	16,5	29,7	32,5	17,1	31,5	30,9
d) VK 70—40%								
g/edény	—1,0	+0,1	—0,1	6,3	10,0	2,9	11,7	13,7
%-ban	—6,8	+0,5	—2,8	15,5	25,6	9,4	32,2	40,8

II. A nitrogénműtrágyák hatása és hasznosulása különböző talajtípusokon

Az összes szárazanyag-súly adatokat az 5., a nitrogénműtrágya relatív hatás és hasznosulás adatait a 6. táblázat, valamint a felvett N mennyiségi megoszlását mutató eredményeket az 1. ábra tartalmazza.

A talaj víz- és nitrogén ellátottsága a növény szárazanyag-súlyát az alábbi főbb vonatkozásokban határozta meg. A megfelelő vízellátás hatás

6. táblázat

A nitrogén-műtrágyázás hatása és a N hasznosulása
a talaj N-ellátottságától függően, 1972
(40% és 70%-os VK-nál)

(1) Kezelések PK alapon (N g/edény)	(2) Műtrágya hatása %-ban		(3) Műtrágya-N hasznosulási %-a			
			(4) ¹⁵ N-ből számítva		(5) „Különbségből” számítva	
	40%	70%	40%	70%	40%	70%
A) Szolonyeces réti talaj						
CO(¹⁵ NH ₂) ₂ - N _{0,25}	38,5	54,2	42,9	43,4	38,8	56,5
- N _{0,50}	32,3	83,0	39,1	38,4	38,3	46,8
- N _{0,75}	41,4	117,2	36,4	44,8	31,5	54,4
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ - N _{0,25}	29,8	37,6	45,8	40,1	42,1	37,3
- N _{0,50}	36,6	97,2	39,8	54,4	31,2	68,6
- N _{0,75}	40,9	110,0	40,0	50,2	34,8	62,7
B) Rozsdabarna erdőtalaj						
CO(¹⁵ NH ₂) ₂ - N _{0,25}	107,0	100,0	35,4	34,5	54,0	38,8
- N _{0,50}	143,1	180,0	47,8	41,8	61,7	45,8
- N _{0,75}	137,5	197,0	40,5	37,7	48,3	41,8
¹⁵ NH ₄ ¹⁵ NO ₃ - N _{0,25}	87,2	103,4	41,4	40,6	47,3	37,1
- N _{0,50}	121,1	191,0	41,9	48,1	53,3	59,3
- N _{0,75}	105,0	187,0	63,5	59,8	60,5	51,7

— mint rendszerint — itt is a szolonyeces réti talajon nagyobb, a humuszban szegényebb barna erdőtalajon tapasztalnál. Ez utóbbi talajtípuson az öntözés hatása főleg intenzív nitrogén-műtrágyázás esetén volt jelentősebb. Ugyanakkor a N-műtrágyázás okozta terméstöbblet, ill. a műtrágya relatív hatása a gyenge N-ellátottságú barna erdőtalajon többszöröse a jó N-ellátottságú réti talajénak. A karbamid és az ammonsalétróm hatása lényegében azonos minden szinten. Megfigyelhető az is, hogy a max. VK 40%-án a N műtrágyázás általában közepes, a max. VK 70%-án maximális szintig hatásos.

A műtrágya nitrogén izotóp módszerrel számított hasznosulása közel azonos volt a talajok eltérő összes-N-tartalma ellenére, noha a N-ben szegény barna erdőtalajon a N-műtrágya termésmenvelő hatása 2–3-szor nagyobb volt, mint a réti talajon. A kétféle módszerrel vizsgált hasznosulási % értékek között réti talajon és a jó vízellátásnál nagyobb a különbség, mint barna erdőtalajon, ami azzal magyarázható, hogy a talajok N-tartalmának mineralizálódása a talajok összes-N-tartalmának megfelelően alakult N-műtrágyázás hatására. Ez utóbbi megállapítás bizonyos mértékig számszerűen is megfogalmazható az 1. ábrából. Tehát a N-ben gyengén ellátott talajon, a vártak megfelelően, a növénybe beépült N kisebb hányada származik a talajból (átlagosan 46,7%), mind a max. VK 40, mind a 70%-os talajnedvességnél, ugyanakkor réti talajon, de a kezelésektől függő nagyobb szórással inkább ellenkezőleg (a kezelések átlagában 53,5, ill. 56,7%). Az adatok azt is jó

mutatják, hogy a N-dózis emelésével, a növénybe beépült N műtrágyából származó mennyisége lineárisan nő és a talajból eredő része csökken. Az optimális vízellátás hatására szolonyeces réti talajon, a műtrágyából származó N-hányad minden esetben csökkent, szemben a kedvezőtlenebb talajnedvesség viszonyokkal, míg az a rozsdabarna erdőtalajon alig változott. Ezen megfigyelés arra utal, hogy az optimális vízellátás elsősorban a humuszban és N-ben gazdagabb talajon kedvező mikrobiológiai feltételeket biztosítva fokozta a mineralizációs folyamatokat, ami által a talajból több felvehető N jutott a növény számára.

Összefoglalás

Zab jelzőnövénytel tenyészedény-kísérletekben tanulmányoztam a talajok víz- és nitrogén-ellátásától függően — izotóp indikációval — a két legelterjedtebb nitrogénműtrágya hatását és hasznosulását.

A stabil ^{15}N -nel jelzett $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ és NH_4NO_3 műtrágyák hasznosulási együtthatója mindhárom hatóanyag-szinten közel azonos volt. Sem a talajok vízellátási szintje (a max. VK 40% vagy 70%-a), sem a talajtípusok összes nitrogéntartalma (szolonyeces réti talaj 0,21% N; rozsdabarna erdőtalaj 0,11% N) nem befolyásolta jelentős mértékben a hasznosulási értékeket, annak ellenére, hogy a műtrágyák relatív terménynövelő hatása az optimális vízellátásnál éppúgy, mint a gyengébb talaj N ellátottságánál nagyobb volt, mint az ellenkező esetekben.

Az izotópos-N vizsgálatok szerint az optimális vízellátás hatására a jó N-ellátottságú talajon a műtrágyából származó N-hányad minden esetben csökkent, szemben a kedvezőtlenebb talajnedvesség viszonyokkal, ugyanakkor ez a hatás a gyenge N-ellátottságú talajon alig figyelhető meg.

Szolonyeces réti talajon vizsgált nitrogénműtrágya utóhatás csak a max. VK 40%-án volt észrevehető, és a hasznosulási százalék is — a vízellátástól függetlenül — alig egytized része az első évi hasznosulásnak.

Irodalom

- [1] HELTAL, GY., KÁLLAI, T. & DEBRECZENI, B.: Stabil ^{15}N -izotóppal jelzett anyagok vizsgálata Statron NOI-4 típusú ^{15}N -analizátorral. Agrártud. Egyetem Közlem. Gödöllő, 93—101. 1972.
- [2] KORICKAJA, I. A.: Prevrascenie azotnüh udobrenij v pocve i koefficient ih ispol'zovanija jarovoj psenicej v polevom opite sz primeneniem udobrenij, mecsennüh ^{15}N . Agrohimiya. (2) 52—61. 1968.
- [3] KUNDLER, P.: Ausnutzung, Festlegung und Verluste von Düngemittelstickstoff. Albrecht-Thaer-Arch. 14. 191—210. 1970.
- [4] LATKOVICS, GY.-né, VARGA, GY. & MÁTÉ, F.: Nitrogénműtrágyák hasznosulásának vizsgálata ^{15}N indikációval. Agrokémia és Talajtan. 20. 573—580. 1971.
- [5] PETERBURGSZKIJ, A. V.: Predvizsenie mineralnüh szoedinenij azota v pocve i ih poteri. Sz/h. za Rubezsom. Szer. A. Moszkva. 15. (11) 15—22. 1969.
- [6] RAUHE, K. & BORNHAK, H.: Quantifizierung der Gesamtwirkung von Mineralstickstoff auf Pflanze und Boden mit Hilfe von ^{15}N im Feldversuch. Albrecht-Thaer-Arch. 12. 701—716. 1968.
- [7] SZMIRNOV, P. M.: Prevrascenie azotnüh udobrenij v pocve i ih ispol'zovanie rasz'tenijami. Avtoreferat dokt. disszertacii. Moszkva. 1970.
- [8] TURCSIN, F. V. et al.: Prevrascenie azotnüh udobrenij v pocve i ih ispol'zovanie v rasz'tenijami. Plodorodie i melioracija pocsv. SzSzSzR. Izd. Kniga. Moszkva. 65—74. 1964.

- [9] VARGA, GY.: A műtrágyák érvényesülésének vizsgálata izotópokkal. In: Izotópok alkalmazása a mezőgazdasági kémiában és talajtanban 136—206. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1966.
- [10] VARGA, GY., LATKOVICS, GY.-né & MÁTÉ, F.: Nitrogénműtrágyák hasznosulásának vizsgálata ^{15}N jelzéssel, szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. **22**. 257—264. 1973.

Érkezett: 1974. március 8.

Nitrogen Uptake by Oat from ^{15}N -Labelled Fertilizers as Affected by the Water and Nitrogen Supply of the Soil

B. DEBRECZENI

University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Chemistry, Gödöllő (Hungary)

Summary

Pot experiments were carried out with oats as indicator plants to study by means of isotope indication how the effect and utilization of two kinds — the most commonly used — of N fertilizers are influenced by the soil's water (40 and 70% of the max. water capacity, resp.) and N supply.

The utilization coefficients of ^{15}N -labelled $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ and NH_4NO_3 fertilizers were about the same at the different nutrient levels. These values were not influenced in the expected measure either by the water supply or by the total N content of the studied soil types (solonetzic meadow soil — 0.21% N; rusty brown forest soil — 0.11% N). However, the relative yield increasing effect of the fertilizers was actually observed: in the case of optimal water supply or if the soil was poor in N the yield increase was higher.

The data of isotope analysis showed that in soils of satisfactory N supply the N ratio deriving from the fertilizers decreased in every case, due to optimal water supply. This effect could hardly be observed in soils of low N content.

In solonetzic meadow soil the residual effect of N fertilizers could be observed only at 40% of the max. water capacity and, regardless of the water supply, fertilizer utilization percentage was ten times less than in the first year.

Table 1. Analytical data of the soils. (1) Soil type: a) Solonetzic meadow soil, Szarvas. b) Rusty brown forest soil, Gödöllő. (2) S-value, me/100 g. (3) Humus, %. (4) Total N, %. (5) AL-soluble P_2O_5 and K_2O , mg %. (6) Sticky point acc. to Arany.

Table 2. Effect and residual effect of N fertilizers on the total dry matter weight of oat on solonetzic meadow soil, g/pot. (1) First year: A) 40% of max. water capacity. B) Total of two years. C) At 70% of max. water capacity. D) Difference between the totals of 2 years at 70% and at 40% of max. water capacity; g/pot and in %. a) Effect of N-fertilizing, 1971. b) Surplus. c) Residual effect of N-fertilizing, 1972. d) Difference.

Table 3. Effect and residual effect of N fertilizers and the utilization of N in solonetzic meadow soil. (1) Treatments. A) First year. B) Second year. C) Total of two years. (2) Effect of fertilizing, %. (3) Utilization of fertilizer-N, %. Calculated from the ^{15}N uptake. (5) Calculated from the "difference" (at 40 and 70% of max. water capacity).

Table 4. Fertilizer-N taken up by the plant, mg/pot. (1) Years. A) Total. (2) At 40% of max. water capacity. (3) At 70% of max. water capacity.

Table 5. The effectivity of N fertilizing as affected by the soil's N-reserves, in 1972. (Total fresh weight of oat, g/pot). (1) Soil type: A) Solonetzic meadow soil. B) Rusty brown forest soil. a) At 40% of max. water capacity. b) Surplus. c) At 70% of max. water capacity. d) Difference, g/pot and in %.

Table 6. N-fertilizing and utilization of fertilizer-N as affected by the N-status of the soil, in 1972. (1) Treatments on PK base (N g/pot). A) Solonetzic meadow soil. B) Rusty brown forest soils. (2) Effect of fertilizers, %. (3) Utilization percentage of fertilizer-N. (4) Calculated from the amount of ^{15}N . (5) Calculated from the "difference". (at 40 and 70% of max. water capacity).

Fig. 1. Total amount of N taken up by oat, and of ^{15}N deriving from the fertilizer, N mg/pot (at 40 and 70% of max. water capacity). A. Solonetzic meadow soil (residual effect in 1972). B. Rusty brown forest soil. Amounts deriving a) from the soil and b) from the fertilizers — at 40 % of max. water capacity. c) From the soil and d) from the fertilizers — at 70% of max. water capacity. Horizontal axis: treatments, N g/pot. Vertical axis: amounts extracted, N mg/pot.

Wirkung des Feuchtigkeits- und Stickstoffgehaltes des Bodens auf die N-Aufnahme bei Hafer aus mit stabilem ^{15}N -Isotop markierten Mineraldünger

B. DEBRECZENI

Universität der Agrarwissenschaften, Lehrstuhl für Chemie in der Landwirtschaft, Gödöllő (Ungarn)

Zusammenfassung

Die Wirkung und Verwertung der zwei, am meisten verbreiteten Stickstoffdünger wurde mittels eines Gefässversuches mit Hafer als Testpflanze in Abhängigkeit von dem Feuchtigkeits- und Stickstoffgehalt des Bodens mit Isotopenindikation untersucht.

Die Verwertungskoeffizienten der mit stabilen ^{15}N markierten Mineraldünger $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ und NH_4NO_3 waren bei allen drei Gabengrößen nahezu gleich. Die Verwertung wurde weder durch das Wasserversorgungsniveau (40 oder 70% der max. WK), noch durch den gesamten N-Gehalt der Böden (Solonetz-Wiesenboden mit 0,20% N; rostbrauner Waldboden mit 0,11% N) im erwarteten Mass beeinflusst, trotzdem sich die relative ertragssteigernde Wirkung der Mineraldünger der Erwartung entsprechend gestaltete, d.h. der Mehrertrag war bei optimaler Wasserversorgung bzw. bei einem geringeren N-Gehalt des Bodens grösser.

Bei einer optimalen Wasserversorgung sank — angezeigt durch die ^{15}N -Indikation — der vom Mineraldünger stammende Anteil des aufgenommenen Stickstoffes auf mit N gut versorgten Böden gegen über einer schlechten Wasserversorgung. Gleichzeitig ist diese Wirkung bei einem Stickstoffarmen-Boden kaum bemerkbar.

Auf Solonetz-Wiesenböden war eine Nachwirkung des N-Mineraldüngers nur bei 40% der maximalen Wasserkapazität zu beobachten, und auch das Verwertungsprozent — unabhängig von der Wasserversorgung — machte kaum 1/10 desjenigen des ersten Jahres aus.

Tab. 1. Agrochemische Eigenschaften der Böden. (1) Bodentyp: a) Solonetz-Wiesenboden, Szarvas; b) Rostbrauner Waldboden, Gödöllő. (2) S-Wert, mval/100 g. (3) Humus, % (4) Gesamter N-Gehalt, %. (5) AL-lösliches P_2O_5 und K_2O in mg%. (6) Bindigkeitszahl nach Arany.

Tab. 2. Wirkung und Nachwirkung der N-Mineraldüngung auf die gesamte Trockensubstanz von Hafer auf dem Solonetz-Wiesenboden, g/Gefäss. (1) Versuchsjahr: A) bei 40% der max. WK. B) Summe von zwei Jahren. C) bei 70% der max. WK. D) Differenz zwischen C) und A). a) 1971. N-Mineraldüngung, b) Mehrertrag, c) 1972. N-Nachwirkung, d) Differenz.

Tab. 3. Wirkung und Nachwirkung der N-Mineraldüngung, sowie die N-Verwertung auf dem Solonetz-Wiesenboden. (1) Varianten: A) Im ersten Jahr, B) Im zweiten Jahr, C) Summe der beiden Jahre. (2) Düngerwirkung in %. (3) Verwertungsprozent des Mineraldünger-N-s. (4) Aus ^{15}N berechnet. (5) Aus der Differenz berechnet. (Bei 40 und 70% der max. Wasserkapazität).

Tab. 4. Das durch die Pflanze aufgenommene Mineraldünger-N, mg/Gefäss. (1) Versuchsjahr: A) Gesamt. (2) 40% der max. WK. (3) 70% der max. WK.

Tab. 5. Wirkung der N-Düngung in Abhängigkeit der N-Versorgung des Bodens (gesamter Trockensubstanzgehalt von Hafer, g/Gefäss) 1972. (1) Bodentyp: A) Solonetz-Wiesenboden. B) Rostbrauner Waldboden. a) 40% der max. WK. b) Mehrertrag. c) 70% der max. WK. d) Differenz zwischen der 70 und 40%igen WK.

Tab. 6. Wirkung der N-Düngung und Verwertung des Stickstoffes in Abhängigkeit der N-Versorgung des Bodens, 1972. (1) Varianten auf PK-Basis (N g/Gefäss): A) Solonetz-Wiesenboden, B) Rostbrauner Waldboden. (2) Düngerwirkung in %. (3) Verwertungsprozent des Dünger-N-s. (4) aus ^{15}N berechnet. (5) aus der "Differenz", berechnet (bei 40 und 70% der Wasserkapazität).

Abb. 1. Die durch den Hafer aufgenommene gesamte N-Menge und aus dem Mineraldünger stammende ^{15}N -Menge, N mg/Gefäss (bei 40 und 70% der max. WK). A) Solonetz-Wiesenboden. (im Jahre 1972 Nachwirkung). B) Rostbrauner Waldboden. a) aus dem Boden, b) aus dem Mineraldünger — bei 40% der max WK; c) aus dem Boden, d) aus dem Mineraldünger — bei 70% der max. WK. Ordinate: Varianten, N mg/Gefäss. Abscisse: aufgenommene Menge, N mg/Gefäss.

Влияние содержания влаги и азота в почве на усвоение овсом азота из минеральных удобрений, меченных стабильным изотопом N^{15} .

Б. ДЕБРЕЦЕНИ

Аграрный Университет, Кафедра сельскохозяйственной химии, Гёдёллэ (Венгрия)

Резюме

В вегетационных опытах с овсом, методом изотопной индикации изучали эффективность и усвояемость двух наиболее распространенных азотных минеральных удобрений в зависимости от обеспеченности почвы влагой и азотом.

Коэффициент усвояемости минеральных удобрений $CO(NH_2)_2$ и NH_4NO_3 меченных изотопом N^{15} был примерно одинаковым на всех трех уровнях внесения действующих начал. Ни уровень влагообеспеченности (влажность 40% и 70% от общей влагоемкости), ни общее содержание азота в различных почвах (солонцеватая луговая почва $N=0,21\%$, ржаво-бурая лесная почва $N=0,11\%$) не оказали ожидаемого влияния на величину усвояемости минеральных удобрений, хотя относительное влияние их на повышение урожайности овса соответствовало ожидаемому, т. е. при оптимальном влагообеспечении прибавка урожая была больше.

По данным изотопных исследований, под влиянием оптимального содержания влаги на почвах обеспеченных азотом усвоение растениями азота из минерального удобрения снижается по сравнению с почвами увлажненными в меньшей степени, в то же время на почвах слабо обеспеченных азотом это влияние едва заметно.

Последствие от внесения азотных минеральных удобрений на солонцеватой луговой почве проявлялось только при влажности в 40% от полной влагоемкости и процент усвоения — независимо от влагообеспеченности — составлял примерно одну десятую часть от их усвоения в первом году внесения.

Табл. 1. Агрохимические свойства почв. (1) Тип почвы: а) Солонцеватая луговая почва (Сарваш). б) Ржаво-бурая лесная почва (Гёдёллэ). (2) S в мг. экв. /100 г. (3) Гумус в %. (5) Общий азот в %. АЛ-растворимые P_2O_5 и K_2O в мг. %. (6) Связность по Арань.

Табл. 2. Влияние внесения и последствия азотных минеральных удобрений на общий вес сухой массы овса на солонцеватой луговой почве, г/сосуд. (1) Год заложения опыта: А) Влажность 40% от ОВ. В) Общее за два года. С) Влажность 70% от ОВ. D) Прибавка при влажностях 40—70% от ОВ. а) 1971. внесение азотных минеральных удобрений. б) Прибавка. с) Последствие азотных минеральных удобрений. d) Разница.

Табл. 3. Эффект от внесения и последствия азотных минеральных удобрений, также усвоение азота на солонцеватой луговой почве. (1) Варианты: А) В первый год опыта. В) Во второй год опыта. С) За два года. (2) Влияние минеральных удобрений в %. (3) Процентное усвоение азота из минерального удобрения. (4) Расчитано по N^{15} . (5) Расчитано по разнице (40% и 70% от ОВ).

Табл. 4. Количество азота усвоенного растением из минерального удобрения в мг/сосуд. (1) Годы: А) Всего. (2) 40% от ОВ. (3) 70% от ОВ.

Табл. 5. Эффективность азотных минеральных удобрений в зависимости от обеспеченности почвы азотом (вес сухой массы овса, г/сосуд) 1972 г. (1) Почвенный тип: А) Солонцеватая луговая почва. В) Ржаво-бурая лесная почва. а) 40% от ОВ. б) прибавка. с) 70% от ОВ. d) 40—70% от ОВ.

Табл. 6. Влияние внесения азотных минеральных удобрений и усвоение азота в зависимости от обеспеченности почвы азотом, 1972 г. (1) Варианты на фоне РК (азот г/сосуд): А) Солонцеватая луговая почва. В) Ржаво-бурая лесная почва. (2) Эффективность минерального удобрения в %. (3) Процент усвоения азота из минерального удобрения. (4) Расчитано по N^{15} . (5) Расчитано по разнице (40 и 70% от ОВ).

Рис. 1. Общее количество азота усвоенного овсом и количество N^{15} усвоенное растением из минерального удобрения, азот в мг/сосуд (при 40% и 70% влажности от ОВ). А. Солонцеватая луговая почва (последствие в 1972 г). В. Ржаво-бурая лесная почва. а) из почвы. б) из минерального удобрения при влажности 40% от ОВ; с) из почвы. d) из минерального удобрения при влажности в 70% от ОВ. По оси абсцисс: варианты, азот в г/сосуд. По оси ординат: количество вынесенного растениями азота, мг/сосуд.